

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2002年12月18日

出願番号  
Application Number:

特願2002-367057

[ST.10/C]:

[JP2002-367057]

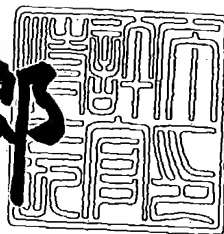
出願人  
Applicant(s):

北海道大学長

2003年 1月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3001728

【書類名】 特許願  
【整理番号】 Z960  
【提出日】 平成14年12月18日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H05K 9/00  
【発明の名称】 電磁波吸収体  
【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 北海道札幌市中央区南13条西5丁目1番1号901

【氏名】 武笠 幸一

【発明者】

【住所又は居所】 北海道札幌市厚別区厚別東1条3丁目4番32号

【氏名】 網淵 輝幸

【発明者】

【住所又は居所】 北海道札幌市東区北35条東3丁目3番10号108

【氏名】 末岡 和久

【特許出願人】

【識別番号】 391016923

【氏名又は名称】 北海道大学長

【代理人】

【識別番号】 100078134

【弁理士】

【氏名又は名称】 武 顕次郎

【電話番号】 03-3591-8550

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-209857

【出願日】 平成14年 7月18日

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電磁波吸収体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 貫通した多数の透孔を有する多孔質基体の前記透孔周面に、電磁波吸収性フィラーと電磁波吸収性高分子材の混合物からなる吸収被膜を形成し、その透孔が前記吸収被膜で塞がれていないで通気性を有することを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 2】 貫通した多数の透孔を有する多孔質基体の前記透孔内に、細孔にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子を装填したことを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 3】 貫通した多数の透孔を有する多孔質基体の前記透孔周面に、電磁波吸収性フィラーと電磁波吸収性高分子材の混合物からなる吸収被膜を形成し、その吸収被膜付きの透孔に、細孔内にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子を装填したことを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 のうちのいずれか 1 項記載の電磁波吸収体において、前記多孔質基体が電磁波遮蔽材料または電磁波吸収材料で構成されていることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 5】 請求項 1 または請求項 3 記載の電磁波吸収体において、前記電磁波吸収性フィラーの含有率の異なる吸収被膜が重ねて複数層設けられていることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 6】 請求項 1 または請求項 3 記載の電磁波吸収体において、前記吸収被膜と重なるように、電磁波吸収性の金属あるいは炭素を含有する薄層が設けられていることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 7】 請求項 1 ないし請求項 6 のうちのいずれか 1 項記載の電磁波吸収体において、前記多孔質基体がハニカム構造体であることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 8】 請求項 1 ないし請求項 7 のうちのいずれか 1 項記載の電磁波吸収体において、前記多孔質基体の透孔の軸方向がその多孔質基体の平面に対して傾斜していることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 9】 請求項 1 または請求項 3 記載の電磁波吸収体において、前記電磁波吸収性高分子材がイソブチルメタアクリレートとブチルアクリレートとの共重合体からなる変性ポリエステル樹脂であることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 10】 請求項 1 ないし請求項 9 のうちのいずれか 1 項記載の電磁波吸収体において、その電磁波吸収体がシート状で複数積層されていることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 11】 請求項 10 記載の電磁波吸収体において、前記複数積層される電磁波吸収体が、イソブチルメタアクリレートとブチルアクリレートとの共重合体からなる変性ポリエステル樹脂で一体に接着されていることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 12】 請求項 1 ないし請求項 9 のうちのいずれか 1 項記載の電磁波吸収体において、その電磁波吸収体の表面に、細孔にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子がコートされていることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 13】 請求項 1 ないし請求項 9 のうちのいずれか 1 項記載の電磁波吸収体において、その電磁波吸収体がシート状で複数積層され、その電磁波吸収体と電磁波吸収体の間に、細孔にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子が介在されていることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 14】 請求項 1 ないし請求項 9 のうちのいずれか 1 項記載の電磁波吸収体において、その電磁波吸収体が立体的に加工され、その加工された電磁波吸収体の中空部に、細孔にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子が装填されていることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 15】 請求項 1 ないし請求項 14 のうちのいずれか 1 項記載の電磁波吸収体において、その電磁波吸収体が電子部品を搭載したプリント配線基板の周辺、または電子部品の周辺に設置されていることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 16】 請求項 1 ないし請求項 14 のうちのいずれか 1 項記載の電磁波吸収体において、その電磁波吸収体を建築材として用いることを特徴とする電磁波吸収体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コンピュータやテレビなどの各種電子機器、通信機器などの電子・電気分野、シールドビルやシールド施設などの建築建材分野、人体保護用品の分野などの各分野において適用が可能な電磁波吸収体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、各種電子機器や通信機器などの性能が飛躍的に向上するにつれて、電磁波障害の対策が急務になっている。具体的には例えば、高層建築物の電波反射によるテレビのゴースト現象、自動車や列車などの運行に障害をきたすレーダーの鏡像現象、携帯電話などの移動通信機器から発せられる電波による医療機器の誤動作などの電磁波障害が挙げられる。

【0003】

また、TEMPEST（パソコンなどからの漏洩電磁波を100m以上離れた場所で傍受可能な情報技術）に対して無防備であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

従来の電磁波吸収体には、発泡ウレタン樹脂などの基材に炭素材料を含浸またはコーティングしたものが多く用いられている。電磁波の吸収は、炭素材料などの電磁波吸収性物質が電磁波を吸収し、電磁波がもっている電磁波エネルギーを熱エネルギーに変換することによって行なわれる訳であるが、この際に電磁波吸収性物質が発熱する。そのため強力な電磁波を受けると、電磁波吸収性物質の発熱量が多くなり、前記基材である発泡ウレタン樹脂が熱変形したり、溶融したり発火し（600℃以上で爆裂燃焼する）、有毒ガスが発生するなどの問題点を有している。

【0005】

また、例えば電波暗室などに用いられる電磁波吸収体100は、図40に示すように基台101とその上に設けられた多数の尖端部102を有する、高さHが

数十cmから数mのものである。そのため暗室内において電磁波吸収体100の占めるスペースが大きく、室内の空間利用率が悪いうえ、厚くて重く、前述のように燃え易いなどの欠点を有している。

## 【0006】

さらに電磁波吸収体を必要とする技術分野も近年極めて広い範囲にわたっており、キロヘルツ（KHz）の周波数帯域からギガヘルツ（GHz）のミリ波の周波数帯域までに及んでいる。

## 【0007】

本発明の目的は、このような従来技術の欠点を解消し、電磁波の吸収性能が高く、薄型、軽量化が可能で、極めて広範囲にわたって電磁波吸収性能が発揮できる信頼性に優れた電磁波吸収体を提供することにある。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するため本発明の第1の手段は、貫通した多数の透孔を有する多孔質基体の前記透孔周面に、電磁波吸収性フィラーと電磁波吸収性高分子材の混合物からなる吸収被膜を形成し、その透孔が前記吸収被膜で塞がれていないで通気性を有することを特徴とするものである。

## 【0009】

本発明の第2の手段は、貫通した多数の透孔を有する多孔質基体の前記透孔内に、細孔にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子を装填したことを特徴とするものである。

## 【0010】

本発明の第3の手段は、貫通した多数の透孔を有する多孔質基体の前記透孔周面に、電磁波吸収性フィラーと電磁波吸収性高分子材の混合物からなる吸収被膜を形成し、その吸収被膜付きの透孔に、細孔内にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子を装填したことを特徴とするものである。

## 【0011】

本発明の第4の手段は、前記第1の手段ないし第3の手段において、前記多孔質基体が電磁波遮蔽材料または電磁波吸収材料で構成されていることを特徴とす

るものである。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 5 の手段は、前記第 1 の手段または第 3 の手段において、前記電磁波吸収性フィラーの含有率の異なる吸収被膜が重ねて複数層設けられていることを特徴とするものである。

【 0 0 1 3 】

本発明の第 6 の手段は、前記第 1 の手段または第 3 の手段において、前記吸収被膜と重なるように、電磁波吸収性の金属あるいは炭素を含有する薄層が設けられていることを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 7 の手段は、前記第 1 の手段ないし第 6 の手段において、前記多孔質基体がハニカム構造体であることを特徴とするものである。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 8 の手段は、前記第 1 の手段ないし第 7 の手段において、前記多孔質基体の透孔の軸方向がその多孔質基体の平面に対して傾斜していることを特徴とするものである。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 9 の手段は、前記第 1 の手段または第 3 の手段において、前記電磁波吸収性高分子材がイソブチルメタアクリレートとブチルアクリレートとの共重合体からなる変性ポリエステル樹脂であることを特徴とするものである。

【 0 0 1 7 】

本発明の第 1 0 の手段は、前記第 1 の手段ないし第 9 の手段において、その電磁波吸収体がシート状で複数積層されていることを特徴とするものである。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 1 1 の手段は、前記第 1 0 の手段において、前記複数積層される電磁波吸収体が、イソブチルメタアクリレートとブチルアクリレートとの共重合体からなる変性ポリエステル樹脂で一体に接着されていることを特徴とするものである。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 1 2 の手段は、前記第 1 の手段ないし第 9 の手段において、その電磁波吸収体の表面に、細孔にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子がコートされていることを特徴とするものである。

【0 0 2 0】

本発明の第 1 3 の手段は、前記第 1 の手段ないし第 9 の手段において、その電磁波吸収体がシート状で複数積層され、その電磁波吸収体と電磁波吸収体の間に、細孔にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子が介在されていることを特徴とするものである。

【0 0 2 1】

本発明の第 1 4 の手段は、前記第 1 の手段ないし第 9 の手段において、その電磁波吸収体が立体的に加工され、その加工された電磁波吸収体の中空部に、細孔にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子が装填されていることを特徴とするものである。

【0 0 2 2】

本発明の第 1 5 の手段は、前記第 1 の手段ないし第 1 4 の手段において、その電磁波吸収体が電子部品を搭載したプリント配線基板の周辺、または電子部品の周辺に設置されていることを特徴とするものである。

【0 0 2 3】

本発明の第 1 6 の手段は、前記第 1 の手段ないし第 1 4 の手段において、その電磁波吸収体を例えば側壁、天井壁、床壁、仕切り壁などの建築材に用いたことを特徴とするものである。

【0 0 2 4】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図とともに説明する。図 1 ないし図 3 は本発明で用いられる各種多孔質ブロック 1 の斜視図で、図 1 は開口部の正面形状が六角形のハニカム構造体の多孔質ブロック 1、図 2 は開口部の正面形状が四角形または菱形の格子状構造体の多孔質ブロック 1、図 3 は開口部の正面形状が円形または楕円形の多孔質ブロック 1 を示しており、いずれの多孔質ブロック 1 も多数（無数）の透孔 2 が図面の手前側から奥側に向けて平行に延びて貫通している。

## 【0025】

この多孔質ブロック1はアルミニウム、銅、鉄、ニッケルあるいはそれらの合金など金属からなる電磁波遮蔽材料、または炭素、フェライトなどの電磁波吸収材料で構成されている。

## 【0026】

図4と図5は多孔質ブロック1からシート状の多孔質基体3を得る時のカットの仕方を示す多孔質ブロック1の側面図で、図4は多孔質ブロック1の上面4に対して90度以外の傾斜角度 $\theta_1$ でカットする状態を、図5は多孔質ブロック1の上面4に対して90度の角度 $\theta_2$ でカットする状態を、それぞれ示している。

## 【0027】

図6は図1に示すハニカム構造体の多孔質ブロック1からカットして得られたシート状多孔質基体3の横断面図、図7と図8は図6 A-A線上の縦断面図で、図7は図4のカット方法で得られたシート状多孔質基体3の縦断面図、図8は図5のカット方法で得られたシート状多孔質基体3の縦断面図である。

## 【0028】

本実施形態ではシート状多孔質基体3は導電性ならびに成形性などを考慮してアルミニウムあるいはその合金から構成され、図6に示すように透孔2の正面形状が六角形をしており、図7ならびに図8に示すようにシート状多孔質基体3の互いに平行な2つの平面4a、4bを貫通する多数（無数）の透孔2を有している。その透孔2のセルサイズL（図6参照）は約50～1000 $\mu\text{m}$ （実施形態では900 $\mu\text{m}$ ）、透孔周壁5の厚さT（図6参照）は約10～30 $\mu\text{m}$ （実施形態では15 $\mu\text{m}$ ）、シート状多孔質基体3の高さH（図7、図8参照）は約1～2mm（実施形態では1.0mm、1.5mm、1.8mm）である。

## 【0029】

図4に示すように多孔質ブロック1の上面4に対して傾斜角度 $\theta_1$ （実施形態では45度と70度）でカットすると、図7に示すように透孔2の軸方向6が前記平面4a、4bに対して傾斜角度 $\theta_1$ （実施形態では45度と70度）で傾斜したシート状多孔質基体3が得られる。

## 【0030】

一方、図5に示すように多孔質ブロック1の上面4に対して90度の角度 $\theta_2$ でカットすると、図8に示すように透孔2の軸方向6が前記平面4a, 4bに対して直交したシート状多孔質基体3が得られる。

## 【0031】

図9は、多孔質ブロック1からシート状多孔質基体3を得る他のカット方法を示す多孔質ブロック1の上面図である。図4に示すカット法では多孔質ブロック1を斜めに削ぐようにカットしたが、この例は多孔質ブロック1の上面4上において、多孔質ブロック1の長辺に対してカット刃（図示せず）を傾斜角度 $\theta_3$ に配置・固定して、そのままカット刃を下方向に降ろすことにより、結果的には図7と同様なシート状多孔質基体3が得られる。このカット方法はカット刃を単に垂直方向に上下動すれば良いだけであり、図4の方法に比べて量産的である。

## 【0032】

前述の例では多孔質ブロック1からシート状多孔質基体3を切り出したが、この他にエキスパンデットメタル、金属あるいは炭素繊維からなる網体を1層または複数層にしてシート状多孔質基体として用いることも可能である。

## 【0033】

このシート状の多孔質基体3はフレキシブル性を有し折り曲が可能で、後述のように三角形以上の多角形の柱状、円柱状、円錐、角錐、台形など任意の形状に立体的に加工することが可能である。

## 【0034】

図10ないし図12に示すようにシート状多孔質基体3の平面4a, 4bならびに透孔周壁5の表面（壁面）に、電磁波の吸収機能を有する吸収被膜8がほぼ均一に形成される。吸収被膜8は電磁波吸収性フィラーと電磁波吸収性高分子材の混合物から構成されている。

## 【0035】

電磁波吸収性フィラー（微粉末）としては、例えば銅、アルミニウム、銀、白金、亜鉛、マンガン、フェライト、グラファイト、グラファイトを担持したセラミックなどが用いられる。前記フェライトとしては、例えばマンガン-亜鉛系、

ニッケル-亜鉛系、銅-亜鉛系、ニッケル-鉄系などのスピネル型フェライトが用いられる。

#### 【0036】

前記グラファイトを担持するセラミックとしては、例えばアルミナ系、ムライト系、チタニア系、チタン酸塩系、ジルコニア系、ジルコン系、炭化珪素系などが用いられる。

#### 【0037】

不活性雰囲気において焼成した後に炭素が残ってその形状を保持する多孔質体（例えば段ボールなどの紙質）に、炭素源としての高分子材料（例えばフェノール樹脂）及びシリコン粉末を含んだスラリーを含浸させ、不活性雰囲気中で約900～1300℃で焼成して炭化し、その炭化した多孔質体を減圧下あるいは不活性雰囲気中で約1400℃以上で焼結することにより、微孔を有する炭化珪素を生成する。そしてこの多孔質体に減圧下あるいは不活性雰囲気中で約1300～1800℃の温度でシリコンを溶融合浸させた炭化珪素系多孔質体は、軽量で優れた耐熱性、耐蝕性、熱衝撃性を有しているため賞用できる。

#### 【0038】

前記電磁波吸収性フィラーを単独あるいは混合して用いられる。電磁波吸収性フィラーの粒径は3  $\mu$ m以下、好ましくは1  $\mu$ m以下である。

#### 【0039】

前記電磁波吸収性高分子材としては、例えばイソブチルメタアクリレートとブチルアクリレート（例えば $\alpha$ -メチルスチレン）との共重合体からなる変性ポリエステル樹脂が好適である。この変性ポリエステル樹脂中のイソブチルメタアクリレートとブチルアクリレートとの組成割合は、重量比で1/1～3/1である。

#### 【0040】

この変性ポリエステル樹脂は分子量が約30万～100万の縮重合体でCOOH基をもつ長鎖化合物で、分子中にOH基、二重結合、三重結合を有していないため、耐候性に優れ、銅、アルミニウム、銀などの金属からなる電磁波吸収性フィラーを酸化から長期間（10年以上）護る。この変性ポリエステル樹脂はイソ

プロピルアルコール、ケロシン、アセトンなどの有機溶剤に可溶である。

【0041】

具体的にはこの変性ポリエステル樹脂30重量%をイソプロピルアルコールなどの有機溶剤に溶かし、銅を主成分とする銅とアルミニウムの混合物からなる超微粒子状の電磁波吸収性フィラーを200～500重量%添加したものが用いられる。

【0042】

この変性ポリエステル樹脂は糸鞠状のラダーポリマーで、その3次元構造中に電磁波吸収性フィラーの微粒子を均一に分散・担持して、酸化や劣化から長期間保護する。

【0043】

電磁波吸収性フィラーと電磁波吸収性高分子材を含む塗布液をエアレススプレーで200Kg/cm<sup>2</sup>程度の高圧で噴射してシート状多孔質基体3に付着し、表面と孔内に吸収被膜8を形成する。

【0044】

またこの他に、電磁波吸収性フィラーと電磁波吸収性高分子材を含む塗布液を、超音波振動子を備えた容器に満たし、シート状多孔質基体3をその容器に入れる。そして前記超音波振動子を可動させて、前記溶液をシート状多孔質基体3に万遍なく馴染ませる。

【0045】

その後、シート状多孔質基体3を密閉容器内に移して高圧空気を送り、瞬間的にシート状多孔質基体3の内部にある余分な溶液を排出する。次に遠赤外線ランプまたはハロゲンランプで短時間（数十秒）加熱・乾燥してシート状多孔質基体3の表面と孔内に吸収被膜8を形成する方法もある。

【0046】

吸収被膜8は固化するとポリマー内部の金属やグラファイトカーボンなどとのトンネル効果で、表面抵抗率が例えば0.3～1Ωcm程度の導電性となる。シート状多孔質基体3としてアルミニウムなどの金属あるいはカーボンを使用すると、多孔質基体3を介して全セルが導電性を有し、導電性のある電磁波吸収体と

なる。吸収被膜 8 の膜厚は  $30 \sim 200 \mu\text{m}$ 、好ましくは  $50 \sim 100 \mu\text{m}$  である。吸収被膜 8 は、一層または多層構造であることが有効である。また多層構造の場合、各層の電磁波吸収性フィラーの含有率や必要に応じて含有率と膜厚を変えることも有効である。

## 【0047】

吸収被膜 8 を形成しても図 10 ないし図 12 に示すようにシート状多孔質基体 3 の透孔 2 は塞がれず、従って透過性（シースルー）を有し、気体の流通が自由である。

## 【0048】

図 13 は、本実施形態に係る電磁波吸収体の吸収機能を説明するための原理図である。透孔（セル）2 内に入った電磁波 9 は、

①. 透孔（セル）2 内における壁面での乱反射が繰り返えされる。多孔質基体 3 がハニカム構造体の場合は相対向する 6 つの壁面を有し、乱反射（疑似ブラウン運動〔分子振動〕）が効率的に繰り返えされる。

## 【0049】

②. 同図の円内に示しているように吸収被膜 8 の表面には微細な凹凸が無数形成され、フラットな面に比べて比表面積が数千倍～数万倍に増加して、乱反射が生じ易い。

## 【0050】

③. 吸収被膜 8 中の電磁波吸収性高分子は 3 次元の糸鞠構造（ $\text{COOH}$  による立体的なマトリックス構造）を有した炭素の塊でもあることから、電磁波の吸収が効率的に行なわれる。

## 【0051】

④. 吸収被膜 8 中に分散・保持されている微細フィラーにより電磁波の乱反射と吸収が効率的に行なわれる。

## 【0052】

⑤. アルミニウムなどからなるシート状多孔質基体 3 と電磁波の共振が生じる。

⑥. アルミニウムなどからなるシート状多孔質基体 3 の内部での電磁波の乱反射による減衰が生じている。

## 【0053】

そして図13に模式的に示したようにブラウン運動のような乱反射と共振が生じながら、前記①～⑥の相乗作用により電磁波エネルギーが効率良く吸収される。

## 【0054】

図7、図11に示すように透孔2の軸方向6が多孔質基体3の平面4a、4bに対して傾斜している多孔質基体3を使用すると、図8、図12に示すように透孔2の軸方向6が多孔質基体3の平面4a、4bに対して直交する多孔質基体3よりも同じ厚さで透孔2（吸収被膜8）の長さが実質的に長くなり、透孔周壁5が斜めになるから電磁波の乱反射が生じ易く、電磁波を封じ込め易いなどの理由から賞用できる。

## 【0055】

図14はこの通気性を有する電磁波吸収体の適用例を示す図で、パソコンなどの電子機器11に設けられている通気孔12のケース内側にシート状の電磁波吸収体10を固定している。電子機器11は、電磁波ノイズの対策とリサイクルの容易性から金属筐体への転換が増加している。そして電子機器11内の各種電子デバイスから熱を発生するため、放熱用の通気孔12がケースの側面や後面などに形成されている。そのため通気孔12を通して電磁波が電子機器11内に入って電子デバイスに悪影響を及ぼしたり、あるいは電子機器11内で発生した電磁波が通気孔12を通して外部に洩れ、周辺機器などに悪影響を及ぼす。

## 【0056】

本実施形態の電磁波吸収体10は薄くて通気性を有するため、放熱は支障なく行なわれ、しかも電磁波吸収機能を備えているため、通気孔12を通しての電磁波の出入りを有効に阻止することができる。

## 【0057】

図15と図16はこのシースルー性を有する電磁波吸収体の適用例を示す図で、図15は窓付近の断面図、図16は室内から見た電磁波吸収体の正面図である。例えば高層インテリゼントビル、レーダ管制室、重役室、経理室、コンピュータ室、工場の生産コントロール室、列車の運行コントロール室、戦艦などの電磁

波シールドが必要な部屋のガラス窓 1 3 は窓枠 1 4 に固定されている。このガラス窓 1 3 の室内側には、シート状の電磁波吸収体 1 0 a, 1 0 b が配置されている。この電磁波吸収体 1 0 a, 1 0 b は導電性を有する格子状の金属枠 1 5 に例えば障子のように張られた状態で保持され、必要に応じて矢印方向に開閉可能になっている。

## 【 0 0 5 8 】

図 1 1 に示すように透孔 2 の軸方向 6 が平面 4 a, 4 b に対して傾斜した電磁波吸収体 1 0 a, 1 0 b を用いた場合、その傾斜方向によって、上方からの外光が室内に取り入れられて空が良く見えたり、下方からの外光が室内に取り入れられて下側の道路などが良く見えたり、左方からの外光が室内に取り入れられて左側の光景が良く見えたり、右方からの外光が室内に取り入れられて右側の光景が良く見えたりする。

## 【 0 0 5 9 】

電磁波吸収体 1 0 a, 1 0 b は写真や絵画などを印刷することも可能である。また電磁波吸収体 1 0 a, 1 0 b の形状は、四角形の他に円形、多角形、ハート形、星形、ダイヤ形など任意の形状にデザインすることも可能である。さらに透孔 2 の軸方向 6 を変えて、入光の濃淡差を設けてインテリア効果を上げることができる。

## 【 0 0 6 0 】

図 1 7 と図 1 8 は本発明の第 2 の実施形態に係る電磁波吸収体を説明するための図で、図 1 7 は電磁波吸収体の横断面図、図 1 8 は電磁波吸収体の縦断面図である。

## 【 0 0 6 1 】

本実施形態で前記第 1 の実施形態と相違する点は、吸収被膜 8 の上に CVD、スパッタリング、イオンプレーティングなどの薄膜技術を用いて銅、アルミニウム、銀、白金、亜鉛、マンガンなどのアモルファス金属膜を形成するか、あるいは塗布法などで炭素（グラファイト）膜や炭素（グラファイト）を担持したセラミック微粒子膜などからなる薄層 1 9 を形成した点である。

## 【 0 0 6 2 】

本実施形態では一層の薄層 1 9 を形成したが、薄層 1 9 を重ねて複数層形成して、例えば第 1 層の薄層 1 9 をアモルファス金属膜で構成し、第 2 層の薄層 1 9 を炭素膜で構成し、第 3 層の薄層 1 9 を炭素を担持したセラミック微粒子膜で構成するように、異なった材料で複数層の薄層 1 9 を設けることも可能である。

【 0 0 6 3 】

本実施形態では吸収被膜 8 の上に薄層 1 9 を形成した構造であるが、その薄層 1 9 の上にまた吸収被膜 8 を形成したり、さらにその上に薄層 1 9 を形成した多層構造であってもよい。

【 0 0 6 4 】

図 1 9 ないし図 2 1 は本発明の第 3 の実施形態に係る電磁波吸収体を説明するための図で、図 1 9 は電磁波吸収体の横断面図、図 2 0 と図 2 1 は電磁波吸収体の縦断面図である。

【 0 0 6 5 】

本実施形態においても図 6 ないし図 8 に示すシート状の多孔質体 3 を用い、その透孔 2 内に不燃性または難燃性微粒子（以下、不燃性微粒子と略記する） 1 6 を装填する。

【 0 0 6 6 】

この不燃性微粒子 1 6 は、不燃性多孔質微粒子の表面と細孔内にフィラメント状炭素を被着したものである。不燃性多孔質微粒子としては粘土系多孔質体、アルミナ、シリカ・アルミナ、前述したシリコンを溶融含浸させた炭化珪素系多孔質体、シリカゲル、炭素系多孔質体、ゼオライト、ガラス繊維やシリカ・アルミナ繊維などの無機繊維の集合体などが用いられる。

【 0 0 6 7 】

この不燃性多孔質微粒子の細孔内に触媒微粒子を付着せしめ、ガス状の炭化水素またはそれを含む混合物と高温で接触させることにより、不燃性多孔質微粒子の表面と細孔内にフィラメント状炭素を生成・被着することができる。

【 0 0 6 8 】

前記触媒には、例えばニッケル、コバルト、鉄、銅、モリブデンあるいはこれらに白金、ロジウム、銀などの貴金属を添加したものが用いられる。前記炭化水

素としては、例えばアルカン、アルケン、アルキンの鎖式炭化水素、脂環式炭化水素、芳香族炭化水素などが用いられる。または炭化水素を含む混合物としては、例えば天然ガスや石油ガスなどが用いられる。

## 【0069】

細孔内に触媒微粒子を担持した不燃性多孔質微粒子をガス状の炭化水素またはそれを含む混合物と高温（例えば300～900℃）で接触させることにより、中空フィラメント状炭素や螺旋構造のフィラメント状炭素が前記細孔内で生成して成長する。このフィラメント状炭素は、結晶質炭素と非晶質炭素の混合物である。

## 【0070】

この細孔内にフィラメント状炭素を被着した不燃性微粒子16を図19ないし図21に示すように多孔質体3の透孔2内に圧入してシート状の電磁波吸収体10を得る。

## 【0071】

図22ないし図24は本発明の第4の実施形態に係る電磁波吸収体を説明するための図で、前記第3の実施形態と相違する点は、図10ないし図12に示すように吸収被膜8を形成した多孔質体3の透孔2内に、細孔内にフィラメント状炭素を被着した不燃性微粒子16を装填した点である。本実施形態では図10ないし図12に示す多孔質体3の透孔2内に不燃性微粒子16を装填したが、図17と図18に示す多孔質体3の透孔2内に不燃性微粒子16を装填することも可能である。

## 【0072】

次に前記第1～4の実施形態に係る電磁波吸収体の使用形態例を説明する。図25の例は、シート状の電磁波吸収体10を複数枚積層して用いる例で、層間接着剤17で一体化されている。この例では所定の大きさにカットした電磁波吸収体10を複数枚積層したが、長尺状の電磁波吸収体10を折り畳みながら積層することもできる。層間接着剤17としては例えばエポキシ系樹脂、ポリアミド系樹脂、ビニル系樹脂、合成ゴムなどの通常の接着剤も使用できるが、前述の電磁波吸収性高分子材を層間接着剤17として用いることもできる。

【0073】

図26の例は、シート状の電磁波吸収体10を複数枚積層し、層間に不燃性微粒子16を層状に介在した例である。

【0074】

図27の例は、シート状の電磁波吸収体10の片面または両面に不燃性微粒子16をコートした例である。コートする際の接着剤としては通常の接着剤も使用できるが、前述の電磁波吸収性高分子材を用いることもできる。

【0075】

図28の例は、シート状の電磁波吸収体10を円錐状または角錐状などのように立体的に加工し、その中空部に不燃性微粒子16を充填した例である。

【0076】

図29の例は、シート状の電磁波吸収体10を断面形状が三角形以上の多角形あるいは円形または楕円形の柱状に加工し、その中空部に不燃性微粒子16を充填した例で、この柱状のものを多数集合して使用する。

【0077】

図30の例は、シート状の電磁波吸収体10を合成樹脂、ゴム、織布、フェルトなどの他の部材18とモールドあるいは接着などで組み合わせて使用する例であり、例えばパット状、帽子状、前掛け状、サポータ状など任意の形状に成形できる。

【0078】

図31ないし図33は、前述の通気性とシースルー性を有するシート状の電磁波吸収体10を組み合わせて建築材として用いる例を示すものである。本例の場合、図31に示すように任意のサイズの三角形のシート状電磁波吸収体10を作り、これを6枚組み合わせて図32に示すように六角形の板状の集合体20を製作する。

【0079】

この集合体20を例えば図33に示すようにフラードーム構造の建築材として用いる。この板状集合体20は図示していないが、軽量フレームに組込んでいくか、同形の断熱板や補強板に貼り付けるなどして用いられる。この例ではフラ-

ドーム構造の建築材として用いたが、ビル、施設、工場などに電磁波シールド空間を形成するのに側壁、天井壁、床壁、仕切り壁などの建築材として用いることもできる。また、電磁波過敏症の人の住居空間を形成するために、前記集合体20と断熱板を貼り合わせた複合体を建築材として用いて住居を構成することも可能である。本例では三角形の電磁波吸収体10を組み合わせて六角形の集合体20を製作したが、四角形あるいは六角形の電磁波吸収体10を組み合わせて建築材として用いることもできる。

## 【0080】

図34は本発明に係る電磁波吸収体の10MHz, 100MHz, 1GHzでの電界シールド特性を示す図、図35は同じ周波数での磁界シールド特性を示す図で、これらのデータはKEC法により測定された値である。KEC法は、近傍電磁界での評価を対象としたもので、微小モノポール・アンテナまたはループ・アンテナの一組の微小アンテナを使用することで、電界シールド特性と磁界シールド特性の両方が測定できる。

## 【0081】

図中に示す各試料の条件は次の通りである。

試料(a)：図12に示すように平面4a, 4bに対する透孔2の軸方向が90°、厚さ2.0mm。

試料(b)：図11に示すように平面4a, 4bに対する透孔2の傾斜角が70°、厚さ1.0mm、電磁波面に対する透孔2の向きが平行。

試料(c)：傾斜角が70°、厚さ1.0mm、電磁波面に対する透孔2の向きが直角。

試料(d)：傾斜角が70°、厚さ1.5mm、電磁波面に対する透孔2の向きが平行。

試料(e)：傾斜角が70°、厚さ1.5mm、電磁波面に対する透孔2の向きが直角。

試料(f)：傾斜角が45°、厚さ1.0mm、電磁波面に対する透孔2の向きが平行。

試料(g)：傾斜角が45°、厚さ1.0mm、電磁波面に対する透孔2の向き

が直角。

試料 (h) : 傾斜角が  $45^\circ$ 、厚さ 1.5 mm、電磁波面に対する透孔 2 の向きが平行。

試料 (i) : 傾斜角が  $45^\circ$ 、厚さ 1.5 mm、電磁波面に対する透孔 2 の向きが直角。

試料 (j) : 傾斜角が  $70^\circ$ 、厚さ 1.5 mm と厚さ 1.0 mm の 2 枚重ね、電磁波面に対する透孔 2 の向きが平行。

試料 (k) : 傾斜角が  $70^\circ$ 、厚さ 1.5 mm と厚さ 1.0 mm の 2 枚重ね、電磁波面に対する透孔 2 の向きが直角。

試料 (l) : 傾斜角が  $45^\circ$ 、厚さ 1.5 mm と厚さ 1.0 mm の 2 枚重ね、電磁波面に対する透孔 2 の向きが平行。

試料 (m) : 傾斜角が  $40^\circ$ 、厚さ 1.5 mm と厚さ 1.0 mm の 2 枚重ね、電磁波面に対する透孔 2 の向きが直角。

#### 【0082】

図 34 ならびに図 35 から明らかなように、いずれの試料も 10 MHz から 1 GHz までの広い周波数帯域にわたって高い電界シールド特性と磁界シールド特性を有している。特に平面に対して透孔の向きが傾斜している電磁波吸収体、さらにその中でも 2 枚重ねした電磁波吸収体は優れたシールド特性を有している。従来の電磁波吸収体は、電界シールド特性がやや高くても磁界シールド特性はほとんど期待できないものが多い。これに対して本発明の電磁波吸収体は電界シールド特性と磁界シールド特性の両方に優れており、マイクロ波帯域の電磁波シールドにも好適である。

#### 【0083】

図 36 は図 10 と図 11 に示すハニカム構造を有し、厚さが 1.8 mm、大きさが  $21.4 \text{ cm} \times 26.6 \text{ cm}$  のシート状電磁波吸収体を 2 枚重ねた場合、図 37 は 1 枚使用した場合のシールド性能を示す特性図である。

#### 【0084】

シールド性能の測定方法は、MIL-STD-285 に準拠して行なった。図中の実線は水平偏波、点線は垂直偏波の特性曲線である。この図 36 と図 37 か

ら明らかなように、本発明の電磁波吸収体は周波数が 2 0 G H z を超えても良好なシールド性能を有し、特に図 3 6 に示すように電磁波吸収体を複数枚重ねて使用すると優れたシールド性能を発揮する。

## 【 0 0 8 5 】

図 3 8 は図 1 9 と図 2 0 に示すハニカム構造を有し、多孔質セラミックにグラファイトを担持した不燃性微粒子 1 6 を装填した大きさが 6 0 c m × 6 0 c m のシート状電磁波吸収体を 1 枚用い、高さが 3 c m、直径が 5 c m の凸部を多数形成した電磁波吸収体の電磁波反射減衰量を示す特性図である。

## 【 0 0 8 6 】

特性の測定はアーチ法を用いた。前記多孔質セラミックの密度と凸部の形状のバラツキを考慮して、縦方向と横方向の両方向から反射減衰量を測定した。図中の実線が縦方向、点線が横方向から測定した反射減衰量である。

## 【 0 0 8 7 】

この図の場合、周波数が 3 0 ~ 4 0 G H z の電磁波に対して優れたシールド効果が得られる。前記凸部の形状、大きさ、分布、多孔質セラミックの密度、電磁波吸収体の厚さなどを調整することにより、電磁波のシールドしようとする周波数帯域が特定できる。またこの例では不燃性微粒子 1 6 を内部に装填しているから、1 3 0 0 ~ 1 8 0 0 ° C の耐熱性を有している。

## 【 0 0 8 8 】

図 3 9 は図 1 9 と図 2 0 に示すハニカム構造を有し、多孔質セラミックにグラファイトを担持した不燃性微粒子 1 6 を装填した厚さが 8 m m で、大きさが 6 0 c m × 6 0 c m の 1 枚のシート状電磁波吸収体の電磁波反射減衰量を示す特性図である。

## 【 0 0 8 9 】

特性の測定はアーチ法を用いた。前記多孔質セラミックの密度のバラツキを考慮して、縦方向と横方向の両方向から反射減衰量を測定した。図中の実線が縦方向、点線が横方向から測定した反射減衰量である。

## 【 0 0 9 0 】

この図の場合、周波数が 6 0 G H z の電磁波に対して優れた吸収効果が得られ

る。この電磁波吸収体は、自動車追突防止装置や企業LANの60GHzに対応する電磁波吸収体として好適である。前述のような凸部を形成しない場合、多孔質セラミックの粒度、密度、層の厚さなどを調整することにより、電磁波の吸収しようとする周波数帯域が特定できる。またこの例でも不燃性微粒子16を内部に装填しているから、1300℃以上の耐熱性を有している。

## 【0091】

図38ならびに図39の結果から明らかなように、本発明の電磁波吸収体は電磁波を反射してシールドするだけでなく、吸収する機能も有している。本明細書では、電磁波を反射してシールドする機能を有するものも含めて電磁波吸収体と称している。

## 【0092】

前記実施形態では図1に示すハニカム構造を有する多孔質ブロックからカットしたシート状多孔質体を使用した場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、図2や図3などに示す他の構造の多孔質ブロックから得られるシート状多孔質体を使用しても同等の効果を有する。

## 【0093】

本発明に係る電磁波吸収体は例えば、

- ①. 電波暗室、高層インテリゼントビル、重役室、経理室、コンピュータ室、工場の生産コントロール室、列車の運行コントロール室などの建築材。
- ②. 飛行機、列車、自動車、船舶などの乗物類。
- ③. 通信機器、OA機器、家電機器、測定機器、電装機器、医療機器類などの各種機器。
- ④. レーダー管制施設などのシールド施設。
- ⑤. プリント配線基板や電子部品の保護。特に通気性の電磁波吸収体を使用した場合、ヒートシンク（放熱部材）と同等の機能も合わせて発揮できる。
- ⑥. 通気性を利用したヒートシンク（放熱部材）。
- ⑦. 人体などの保護用部材（OAエプロン、電磁波過敏症対策用帽子、ヘルメット、ペースメーカーなどの医療機器保護用カバー、作動中に覆う電子レンジカバー）。

など広範囲の技術分野に適用可能である。

【0094】

【発明の効果】

本発明の第1の手段は、貫通した多数の透孔を有する多孔質基体の前記透孔周面に、電磁波吸収性フィラーと電磁波吸収性高分子材の混合物からなる吸収被膜を形成し、その透孔が前記吸収被膜で塞がれていないで通気性を有することを特徴とするものである。

【0095】

本発明の第2の手段は、貫通した多数の透孔を有する多孔質基体の前記透孔内に、細孔にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子を装填したことを特徴とするものである。

【0096】

本発明の第3の手段は、貫通した多数の透孔を有する多孔質基体の前記透孔周面に、電磁波吸収性フィラーと電磁波吸収性高分子材の混合物からなる吸収被膜を形成し、その吸収被膜付きの透孔に、細孔内にフィラメント状炭素を被着した不燃性または難燃性粒子を装填したことを特徴とするものである。

【0097】

このような構成の電磁波吸収体は電磁波の吸収性能が高く、薄型、軽量化が可能で、極めて広範囲にわたって電磁波吸収性能が発揮でき、信頼性に優れ、広い技術分野においての応用が可能である。

【0098】

また前記第1の手段に係る電磁波吸収体は、通気性あるいは（ならびに）シースルー性を有しているから、通気性あるいは透過性が必要な個所での電磁波の吸収、遮断が可能である。さらに前記第2の手段ならびに第3の手段に係る電磁波吸収体は、優れた不燃性または難燃性をも兼ね備えているなどの特長を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に用いるハニカム構造の多孔質ブロックの斜視図である。

【図 2】

本発明の実施形態に用いる格子状構造体の多孔質ブロックの斜視図である。

【図 3】

本発明の実施形態に用いる他の多孔質ブロックの斜視図である。

【図 4】

多孔質ブロックの斜めカットを説明するための側面図である。

【図 5】

多孔質ブロックの垂直カットを説明するための側面図である。

【図 6】

ハニカム構造を有する多孔質基体の横断面図である。

【図 7】

多孔質ブロックから斜めカットした多孔質基体の図 6 A - A 線上の縦断面図である。

【図 8】

多孔質ブロックから垂直カットした多孔質基体の図 6 A - A 線上の縦断面図である。

【図 9】

多孔質ブロックの斜めカットの他の例を説明するための上面図である。

【図 1 0】

本発明の第 1 の実施形態に係る電磁波吸収体の横断面図である。

【図 1 1】

図 7 に示す多孔質基体を使用した第 1 の実施形態に係る電磁波吸収体の縦断面図である。

【図 1 2】

図 8 に示す多孔質基体を使用した第 1 の実施形態に係る電磁波吸収体の縦断面図である。

【図 1 3】

本発明の実施形態に係る電磁波吸収体の電磁波吸収原理を説明するための図である。

【図 1 4】

本発明の実施形態に係る通気性を有する電磁波吸収体を設置した電子機器の斜視図である。

【図 1 5】

本発明の実施形態に係るシースルー性を有する電磁波吸収体を設置した窓付近の断面図である。

【図 1 6】

室内側から見たその電磁波吸収体の正面図である。

【図 1 7】

本発明の第 2 の実施形態に係る電磁波吸収体の横断面図である。

【図 1 8】

その第 2 の実施形態に係る電磁波吸収体の縦断面図である。

【図 1 9】

本発明の第 3 の実施形態に係る電磁波吸収体の縦断面図である。

【図 2 0】

本発明の第 3 の実施形態に係る電磁波吸収体の横断面図である。

【図 2 1】

図 8 に示す多孔質基体を使用した第 3 の実施形態に係る電磁波吸収体の縦断面図である。

【図 2 2】

本発明の第 4 の実施形態に係る電磁波吸収体の縦断面図である。

【図 2 3】

本発明の第 4 の実施形態に係る電磁波吸収体の横断面図である。

【図 2 4】

図 8 に示す多孔質基体を使用した第 4 の実施形態に係る電磁波吸収体の縦断面図である。

【図 2 5】

本発明の電磁波吸収体の第 1 の使用形態を示す断面図である。

【図 2 6】

本発明の電磁波吸収体の第 2 の使用形態を示す断面図である。

【図 2 7】

本発明の電磁波吸収体の第 3 の使用形態を示す断面図である。

【図 2 8】

本発明の電磁波吸収体の第 4 の使用形態を示す断面図である。

【図 2 9】

本発明の電磁波吸収体の第 5 の使用形態を示す斜視図である。

【図 3 0】

本発明の電磁波吸収体の第 6 の使用形態を示す断面図である。

【図 3 1】

本発明の電磁波吸収体の第 7 の使用形態に用いられる電磁波吸収体の平面図である。

【図 3 2】

その電磁波吸収体の集合体の平面図である。

【図 3 3】

その集合体を用いて構成したフラードームの一部正面図である。

【図 3 4】

本発明の電磁波吸収体の電界シールド特性を示す図である。

【図 3 5】

本発明の電磁波吸収体の磁界シールド特性を示す図である。

【図 3 6】

本発明の 2 枚重ねの電磁波吸収体のシールド特性を示す図である。

【図 3 7】

本発明の 1 枚電磁波吸収体のシールド特性を示す図である。

【図 3 8】

本発明の多孔質セラミックを使用した凸部を有する電磁波吸収体の反射減衰量特性を示す図である。

【図 3 9】

本発明の多孔質セラミックを使用したシート状電磁波吸収体の反射減衰量特性

を示す図である。

【図 40】

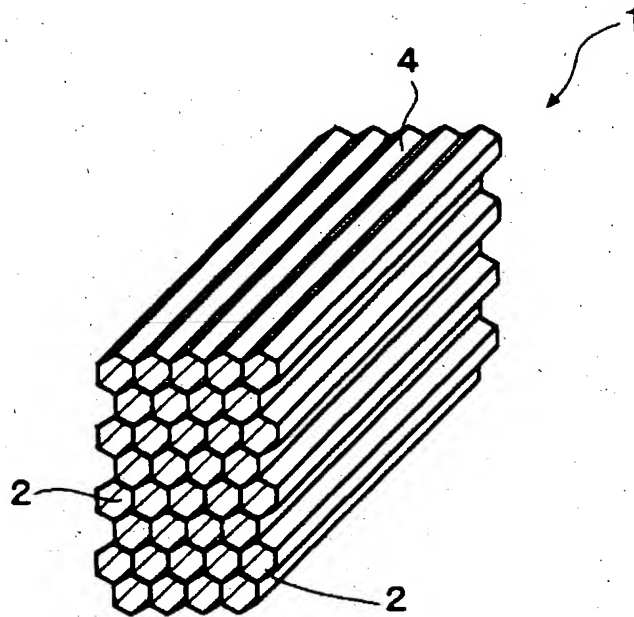
従来の電磁波吸収体の斜視図である。

【符号の説明】

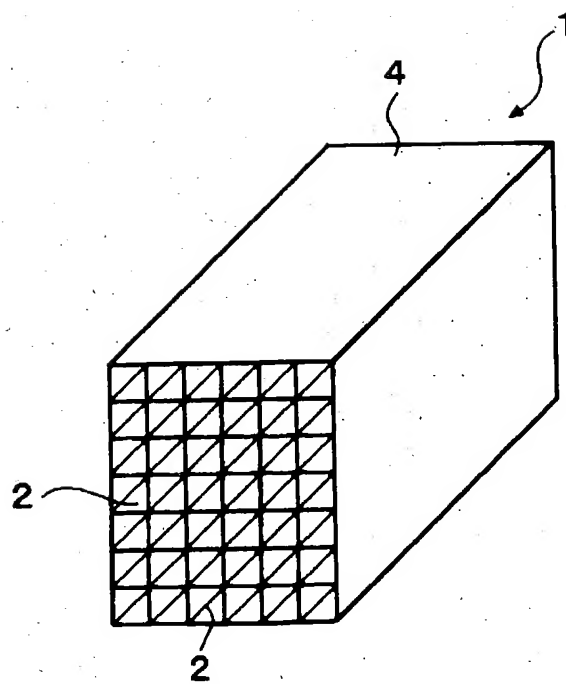
- 1 多孔質ブロック
- 2 透孔
- 3 多孔質基体
- 4 a, 4 b 平面
- 5 透孔周壁
- 6 軸方向
- 7 長辺
- 8 吸収被膜
- 9 電磁波
- 10, 10 a, 10 b 電磁波吸収体
- 11 電子機器
- 12 通気孔
- 13 窓
- 14 窓枠
- 15 金属枠
- 16 不燃性微粒子
- 17 層間接着剤
- 18 他の部材
- 19 薄層
- 20 集合体

【書類名】 図面

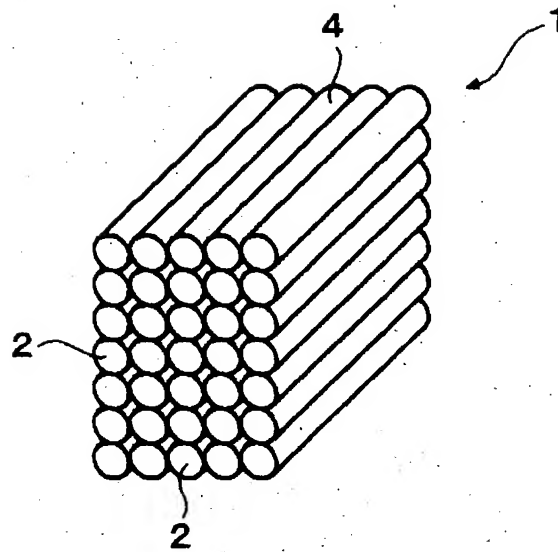
【図 1】



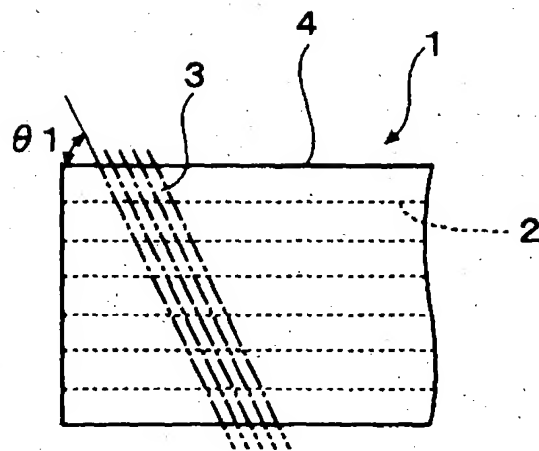
【図 2】



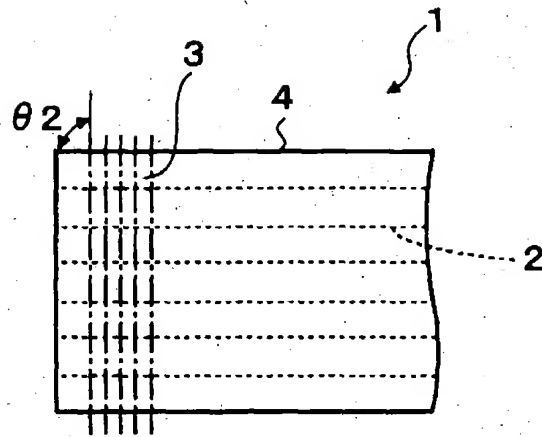
【図3】



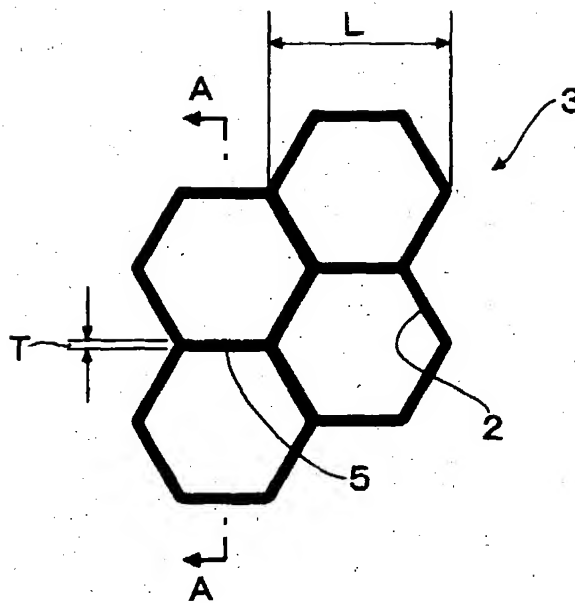
【図4】



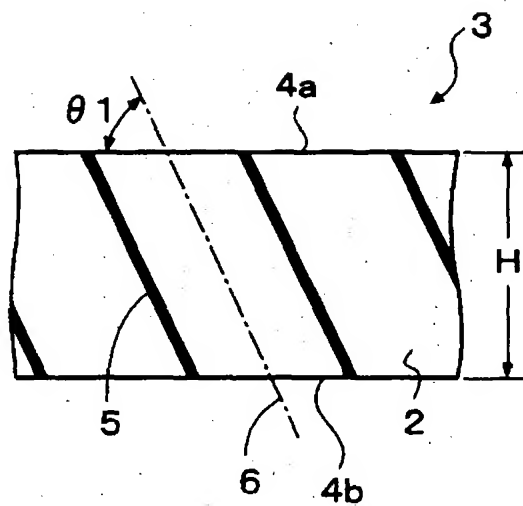
【図5】



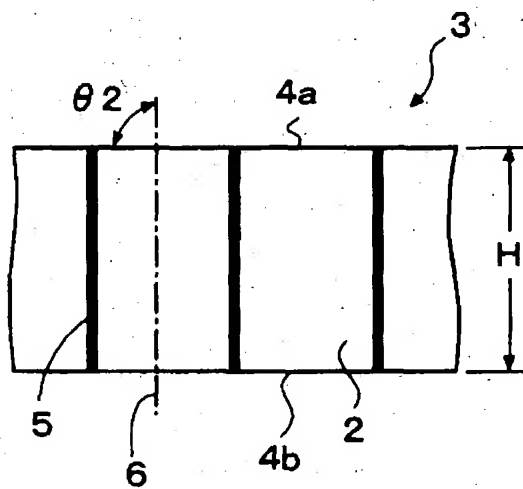
【図6】



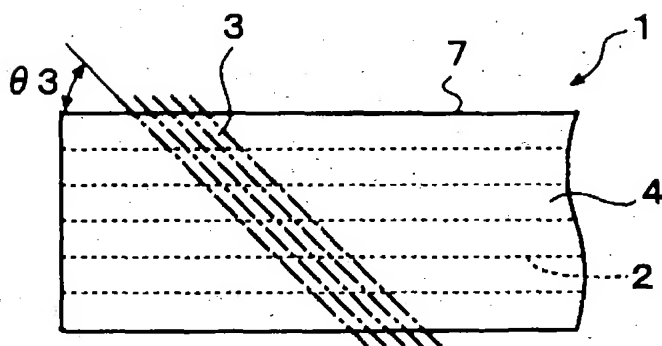
【図7】



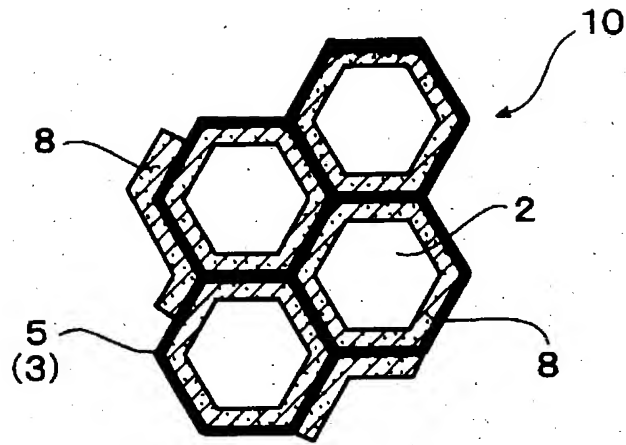
【図8】



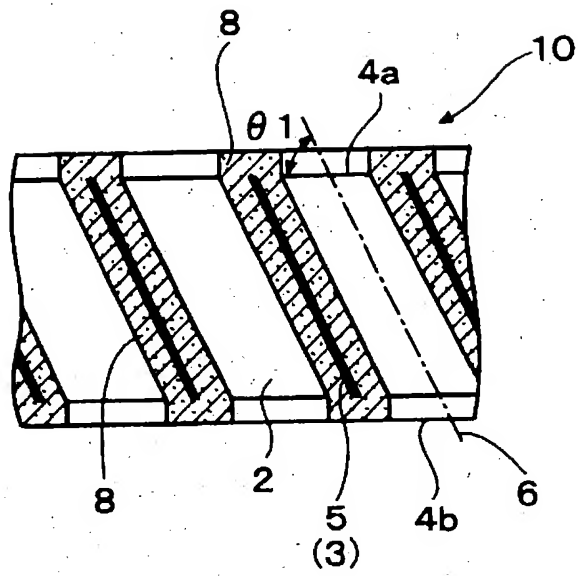
【図9】



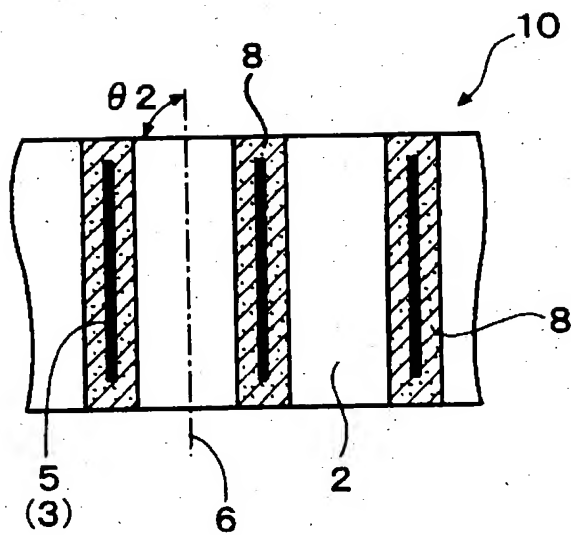
【図 1 0】



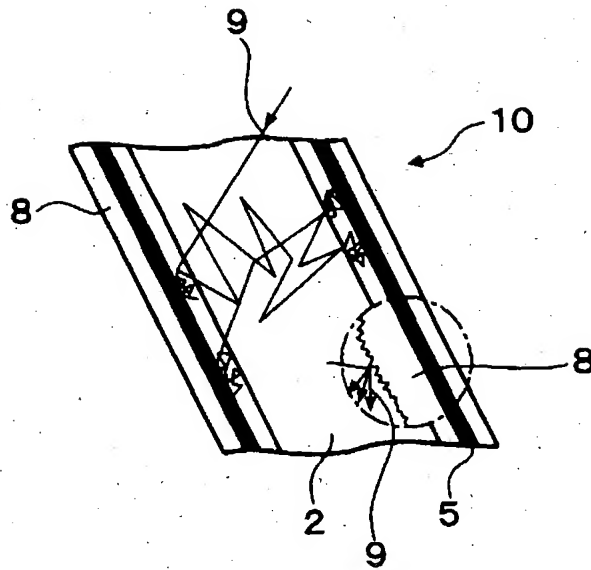
【図11】



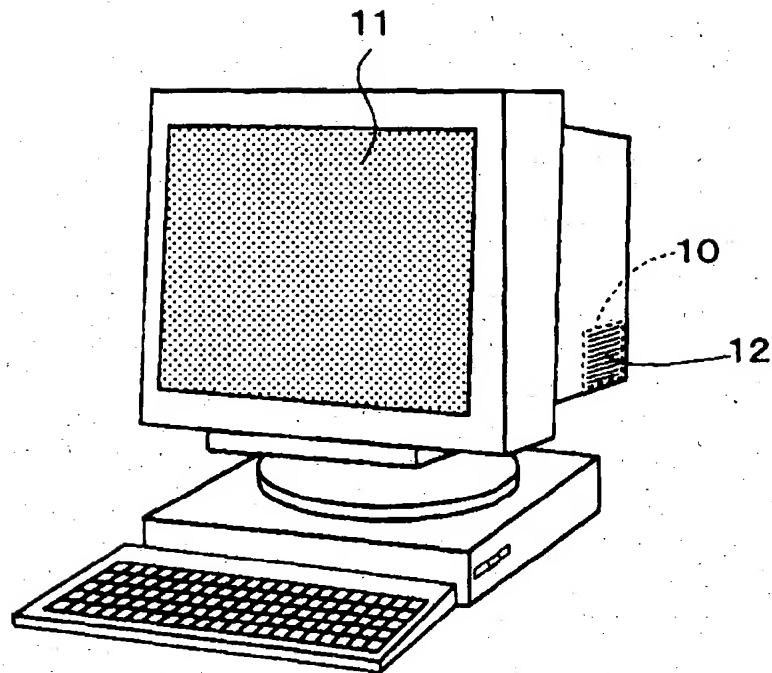
【図12】



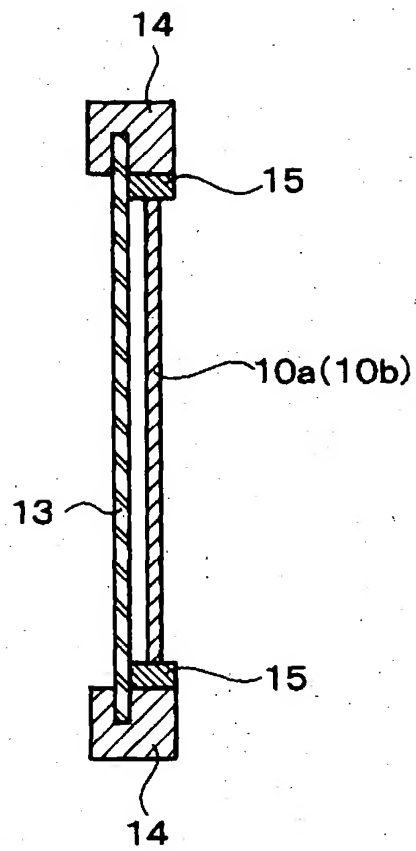
【図13】



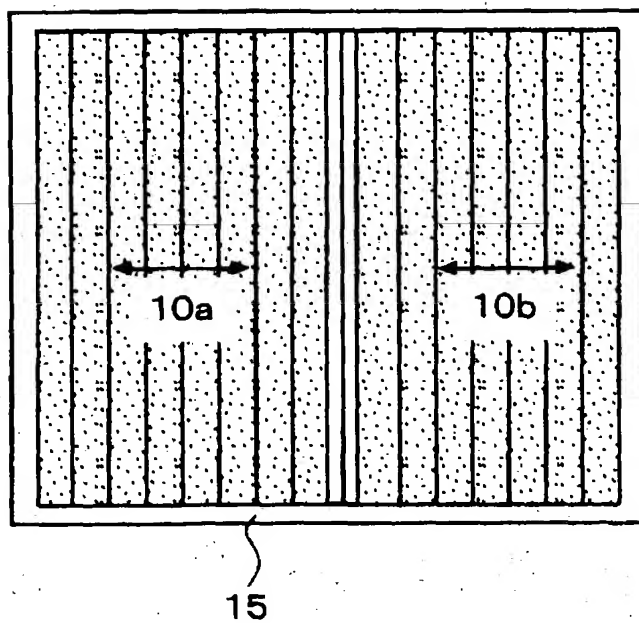
【図14】



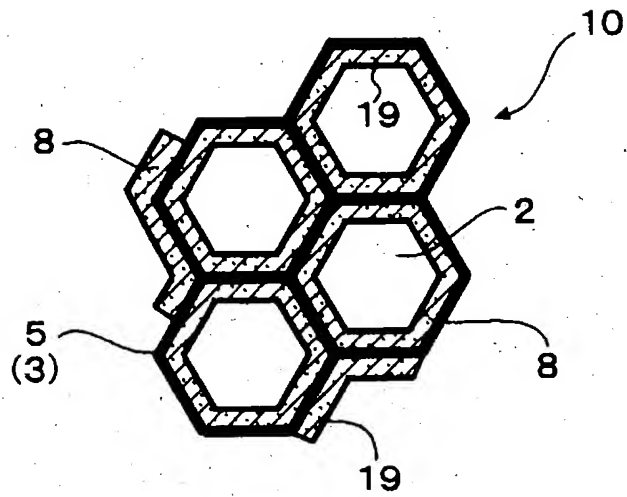
【図 15】



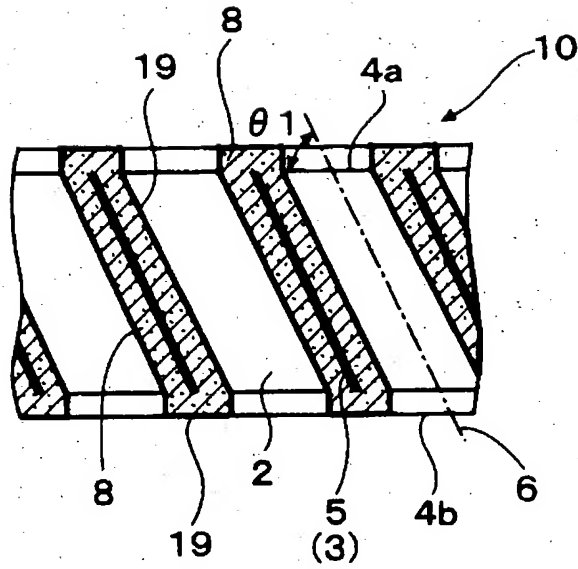
【図 16】



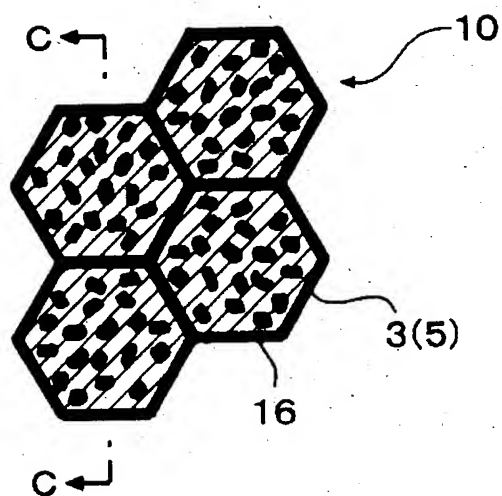
【図 17】



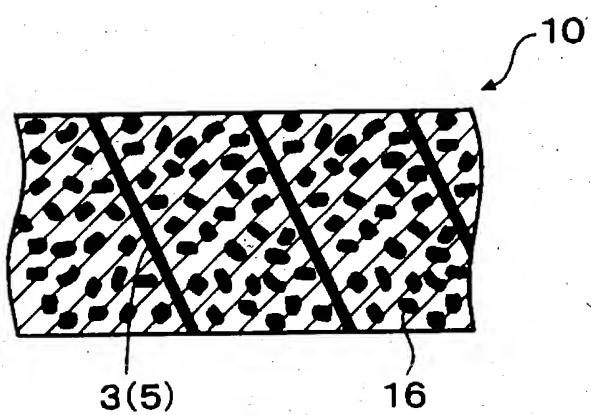
【図 18】



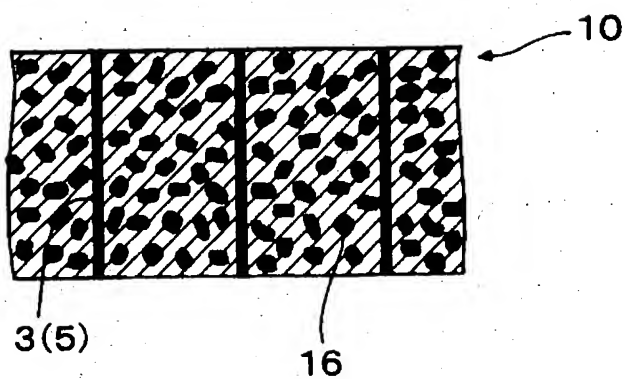
【図19】



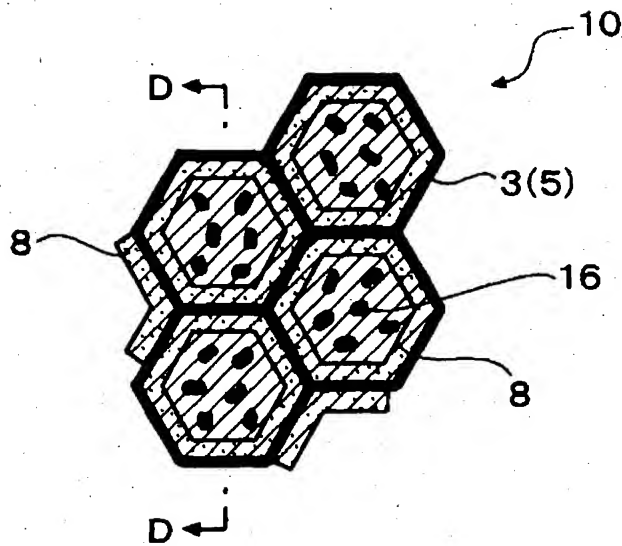
【図20】



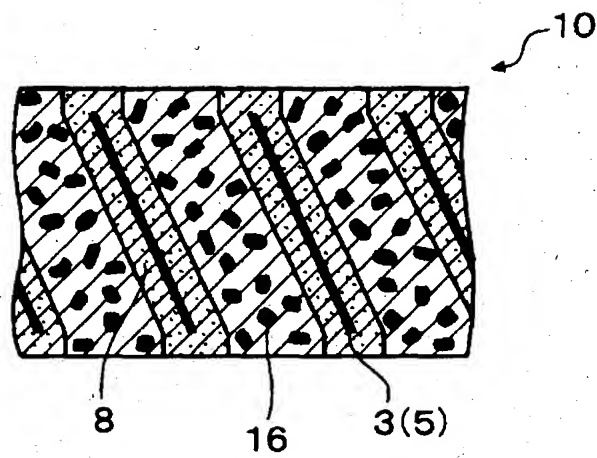
【図21】



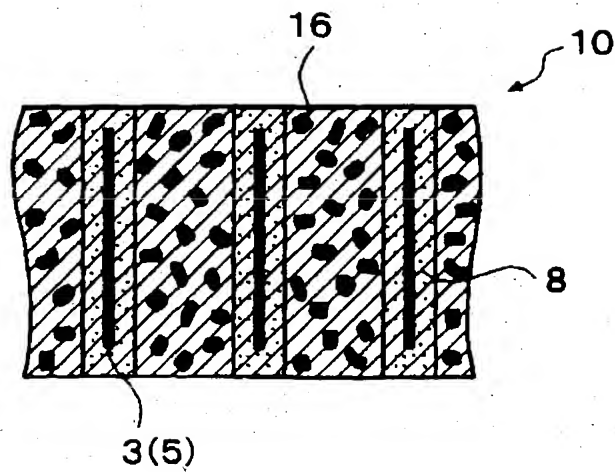
【図22】



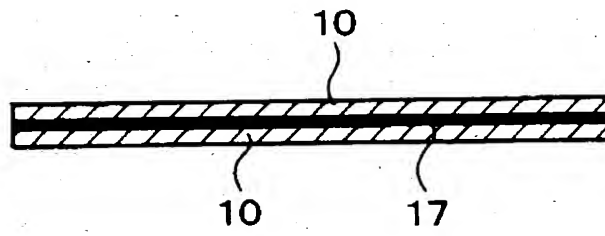
【図23】



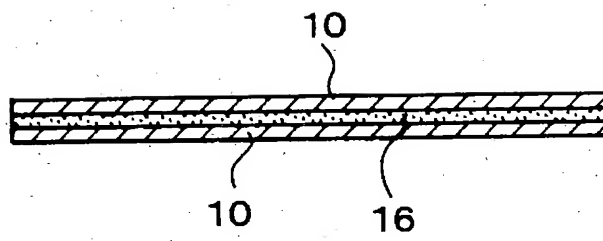
【図24】



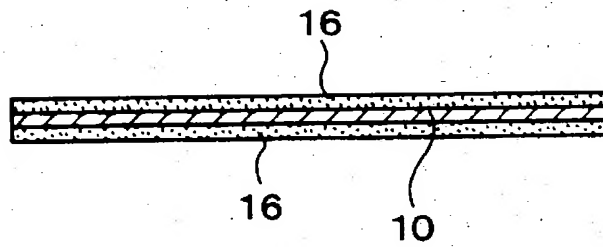
【図 2 5】



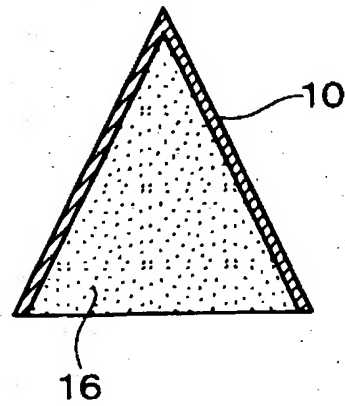
【図 2 6】



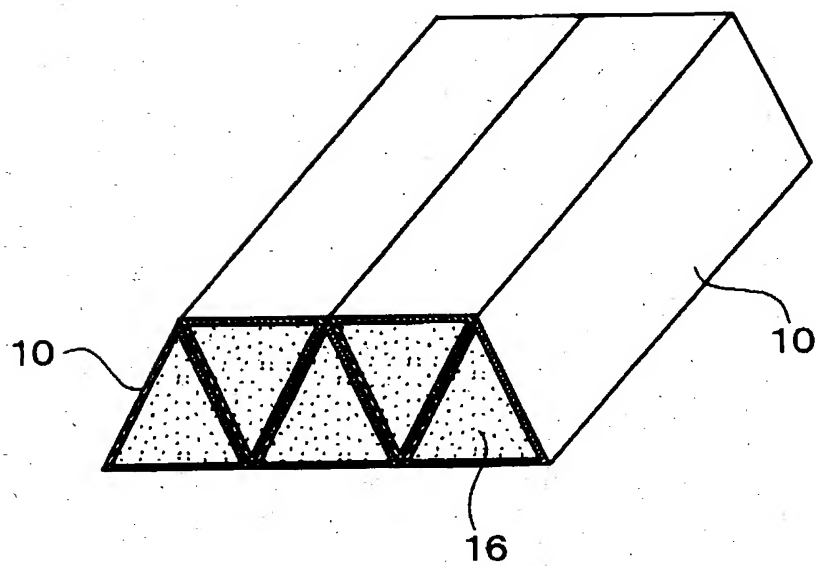
【図 2 7】



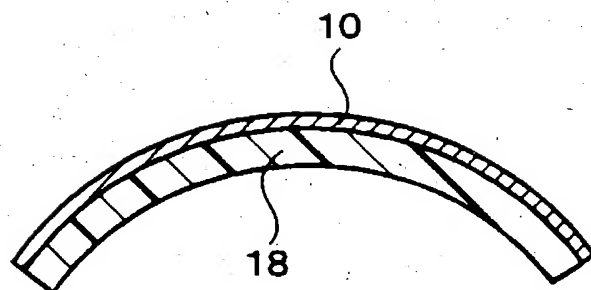
【図 2 8】



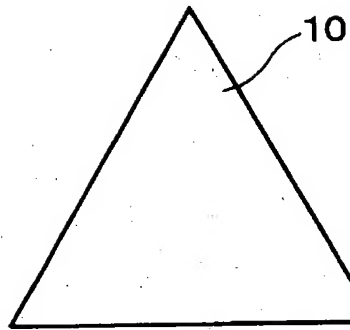
【図29】



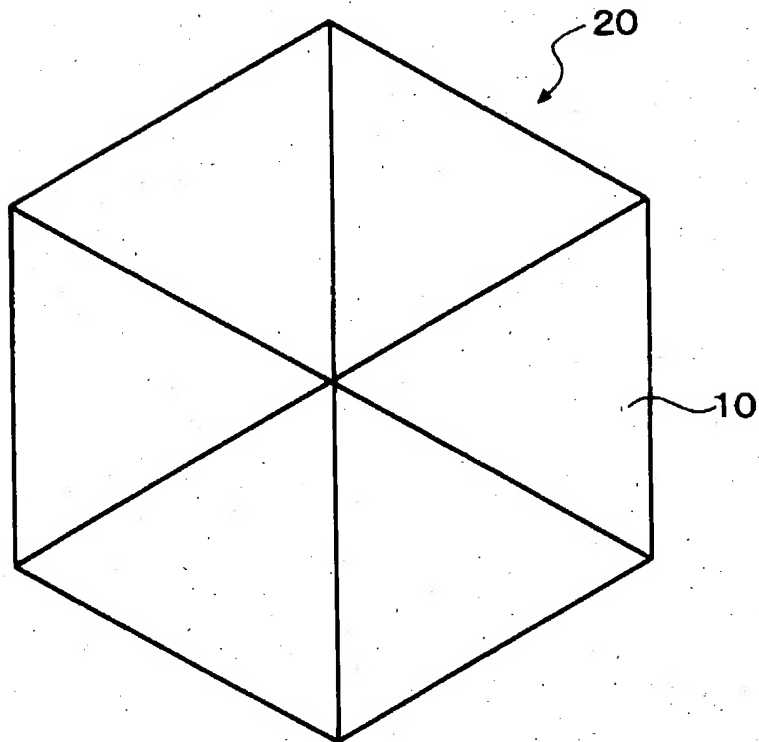
【図30】



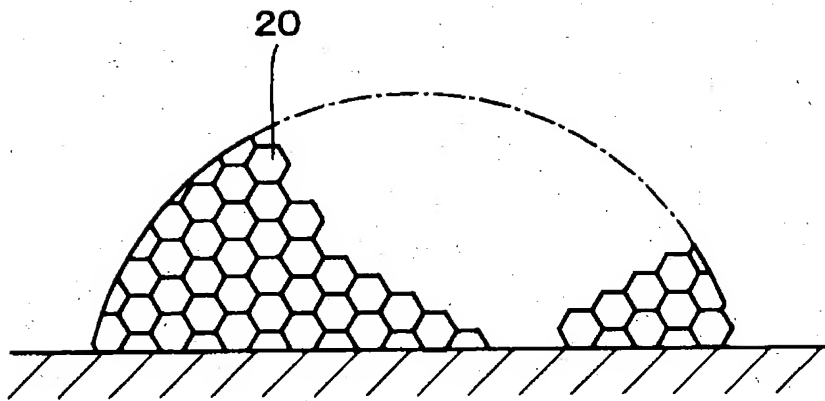
【図31】



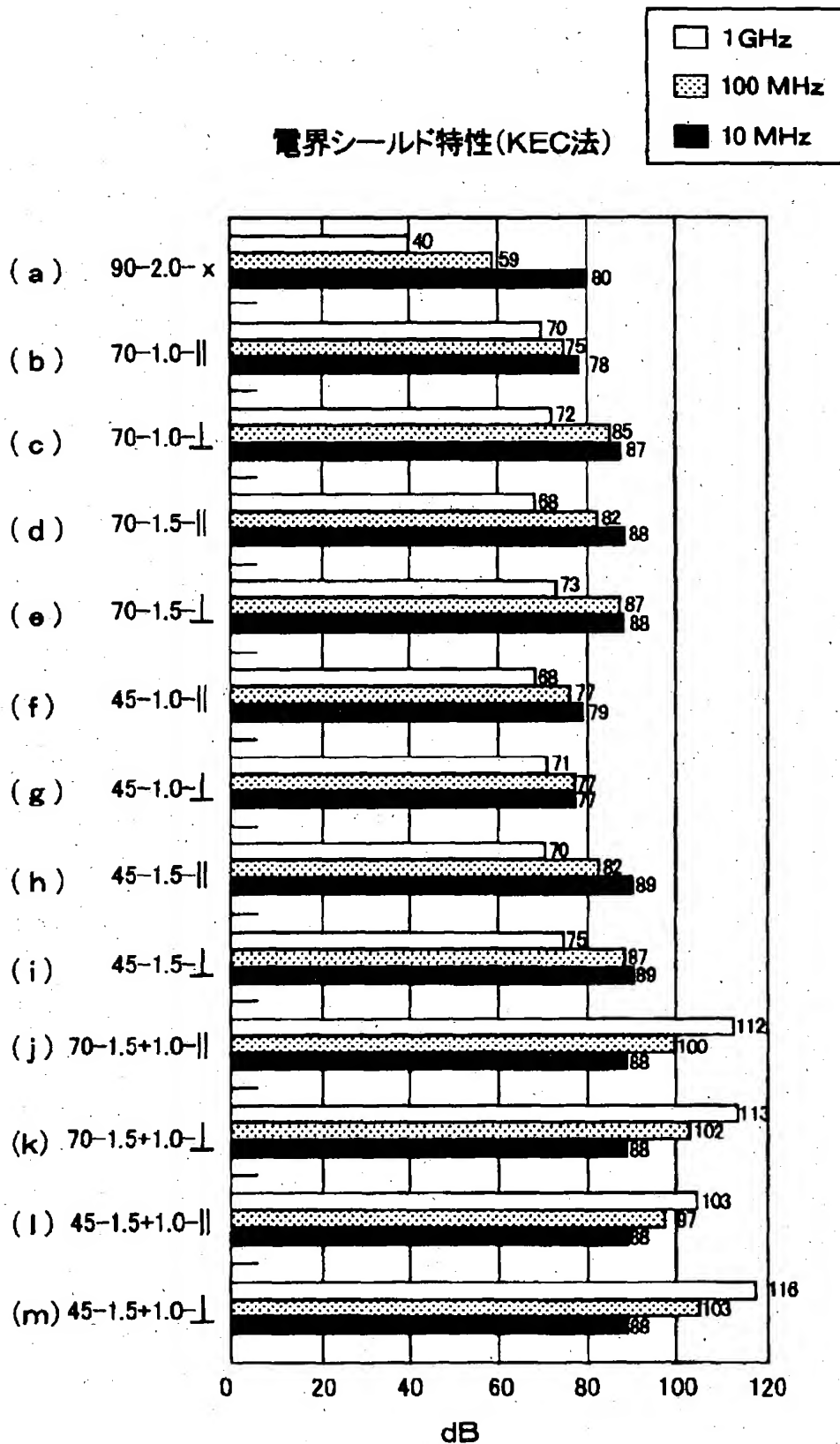
【図32】



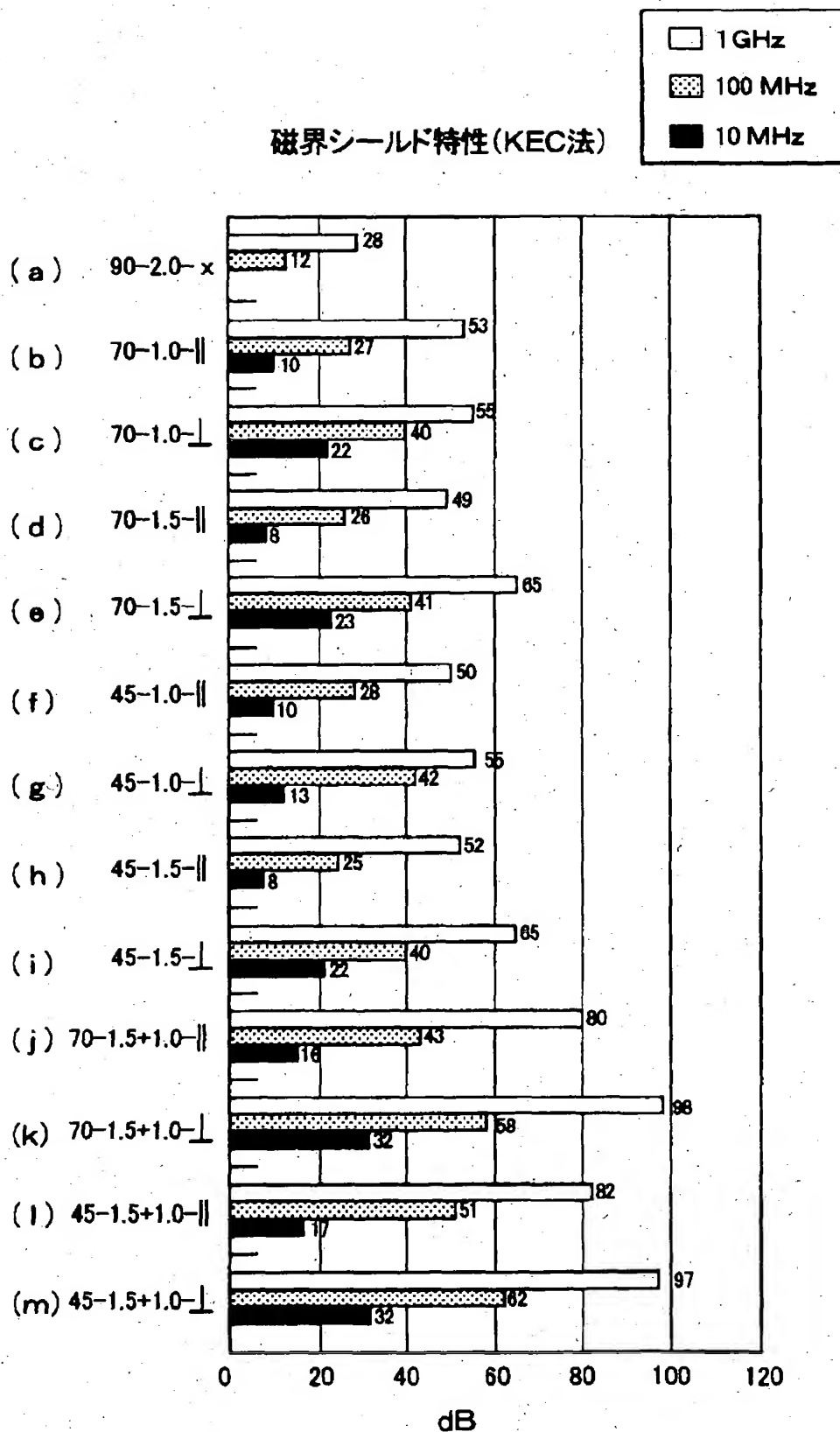
【図33】



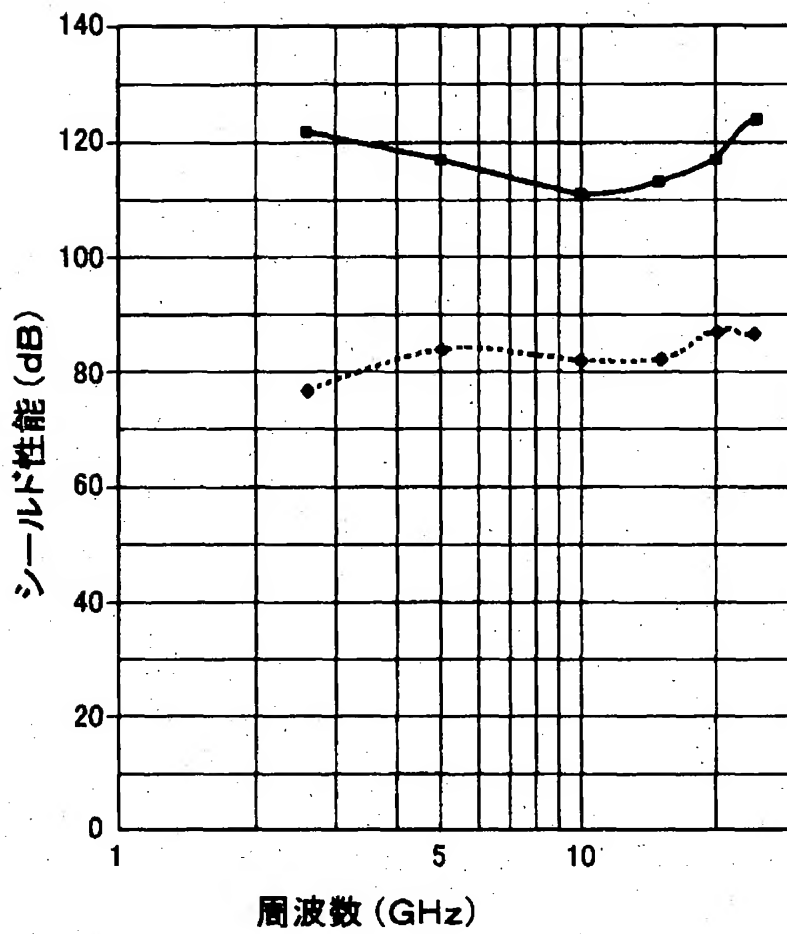
【図34】



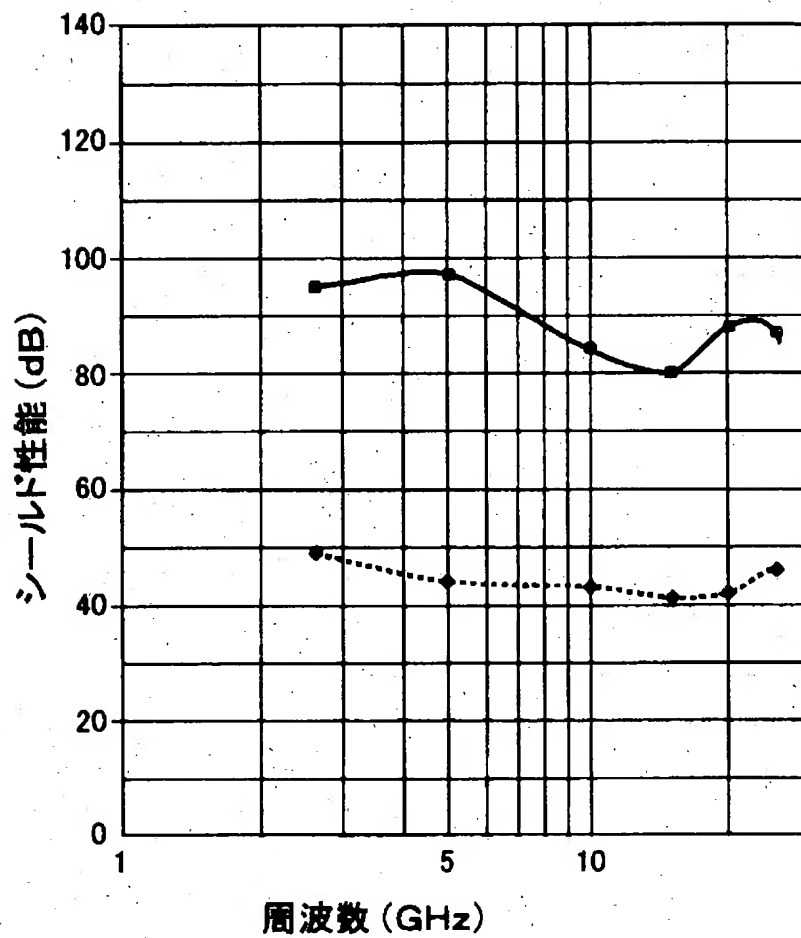
【図35】



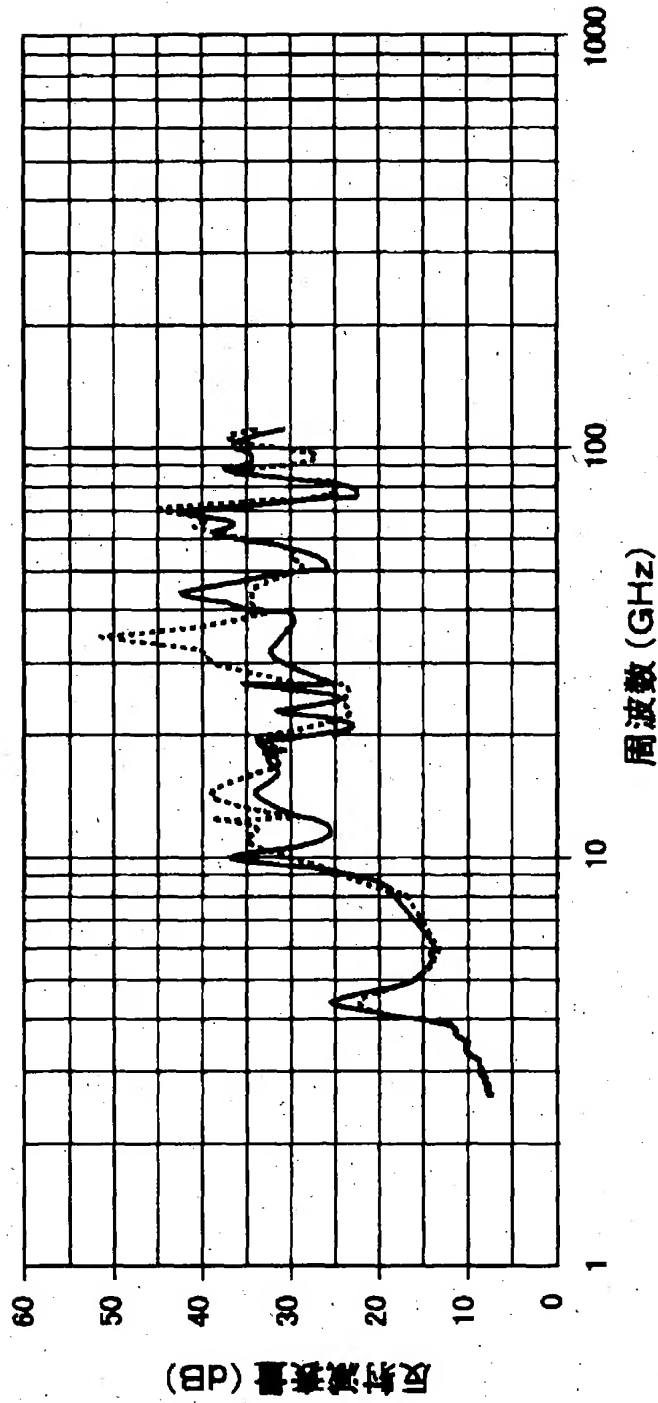
【図 36】



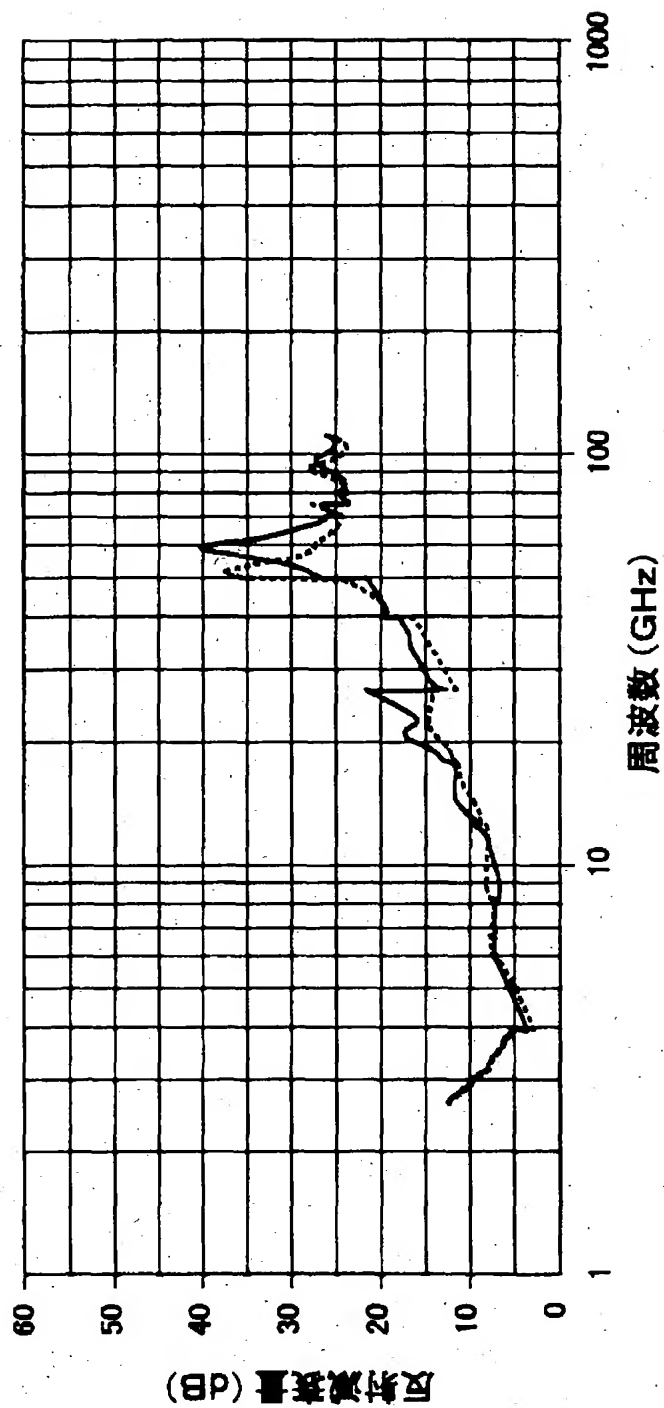
【図 37】



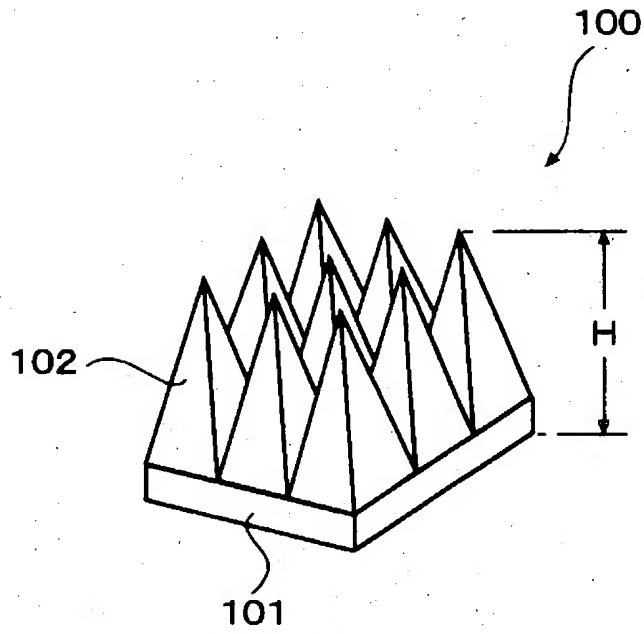
【図38】



【図 39】



【図 4 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電磁波の吸収性能が高く、薄型、軽量化が可能で、極めて広範囲にわたって電磁波吸収性能が発揮できる信頼性に優れた電磁波吸収体を提供する。

【解決手段】 貫通した多数の透孔 2 を有する多孔質基体 3 の前記透孔周面に、電磁波吸収性フィラーと電磁波吸収性高分子材の混合物からなる吸収被膜 8 を形成し、その透孔 2 が前記吸収被膜 8 で塞がれていないで通気性を有することを特徴とする。

【選択図】 図 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [391016923]

1. 変更年月日 1991年 1月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 北海道札幌市北区北8条西5丁目8番地

氏 名 北海道大学長